

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-037146

(43)Date of publication of application : 06.02.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G03F 7/20

G03F 7/20

(21)Application number : 06-173787

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 26.07.1994

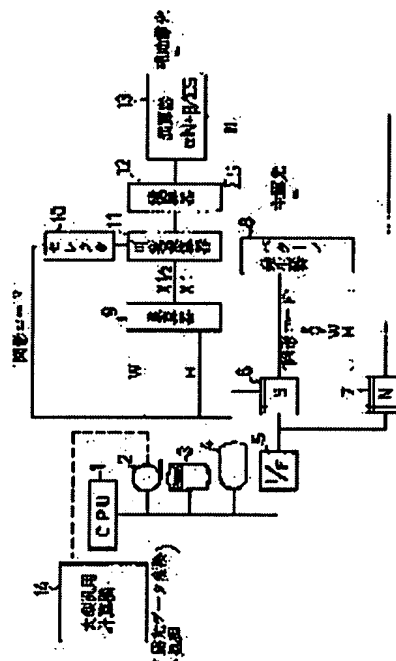
(72)Inventor : KOBAYASHI TAKEMA
HAMAGUCHI SHINICHI

(54) METHOD AND APPARATUS FOR ELECTRON BEAM EXPOSURE

(57)Abstract:

PURPOSE: To correct the approximate effect with the data processing within a short period of time by correcting unbalance in amount of exposure by electron beam generated during the main exposure by the approximate effect between patterns through auxiliary exposure with a constant dose for each region including a plurality of patterns.

CONSTITUTION: Exposing data is converted, by a pattern generator 8, to pattern exposing data for main exposure with an electron beam aligner. During this period, the data of width W and height H in the primary memory 12 for area are multiplied by a multiplier 9 and then accumulated with an accumulator 12 and are then inputted to an arithmetic unit 13. Meanwhile, the number of patterns N in a subfield is called from the primary memory 7 and is then inputted to the arithmetic unit 13. In the arithmetic unit 13, dose of auxiliary exposure is computed. After the main exposure is completed, the subfield is immediately exposed as the auxiliary exposure with the dose computed above in order to complete the exposure for the entire part of the main field.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

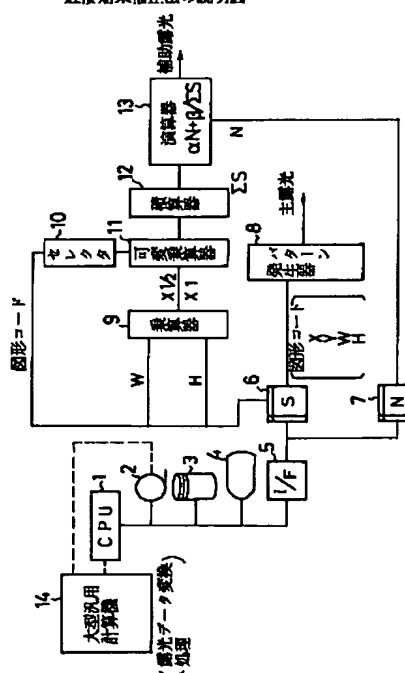
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号



【特許請求の範囲】

【請求項1】 パターン間の近接効果によって主露光時に生じた電子ビームの露光量の不平衡を、複数個のパターンを含む領域毎に一定のドーズ量で補助露光することによって補正することを特徴とする電子ビーム露光法。

【請求項2】 主露光時の複数個のパターンを含む領域毎に全露光面積を演算し、その演算結果に応じたドーズ量で補助露光することを特徴とする請求項1に記載された電子ビーム露光法。

【請求項3】 主露光時に複数のパターンを含む領域毎に全露光面積とパターンの個数を演算し、その演算結果に応じたドーズ量で補助露光することを特徴とする請求項1に記載された電子ビーム露光法。

【請求項4】 複数個のパターンを含む領域が、静電偏向によって偏向できる範囲のサブフィールドであることを特徴とする請求項1から請求項3までのいずれか1項に記載された電子ビーム露光法。

【請求項5】 主露光時に複数個のパターンを含む領域毎に全露光面積を演算する手段と、その演算結果に応じて補助露光のドーズ量を演算する手段と、その演算結果に応じてこの複数個のパターンを含む領域を一定のドーズ量で補助露光する手段を有することを特徴とする電子ビーム露光装置。

【請求項6】 主露光時に複数個のパターンを含む領域毎に全露光面積とパターンの個数を演算する手段と、その演算結果に応じて補助露光のドーズ量を演算する手段と、その演算結果に応じてこの複数個のパターンを含む領域を一定のドーズ量で補助露光する手段を有することを特徴とする電子ビーム露光装置。

【請求項7】 複数個のパターンを含む領域が、静電偏向によって偏向できる範囲のサブフィールドであることを特徴とする請求項5または請求項6に記載された電子ビーム露光装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は、近接効果を補正する方法に特徴を有する電子ビーム露光法および電子ビーム露光装置に関するものである。半導体ウェーハ上に集積回路装置等のパターンを形成する際に、そのパターンを有する露光用マスクまたはレチクルを製造し、この露光用マスクまたはレチクルをアライナーまたはステッパーによって移動して、そのパターンを半導体ウェーハの上のフォトリソ被膜の上に露光する技術が広く用いられている。

【0002】 また、この露光用マスクまたはレチクルを製造する工程において、透明基板上にCr等の遮光膜を形成し、この遮光膜を選択的に除去する際、遮光膜の上に電子ビーム感応レジスト被膜を形成し、その上に微細な電子ビームを照射する電子ビーム露光法が広く用いられている。なお、この明細書においては、電子ビーム

を、基板上の遮光膜の上に形成された電子ビーム感応レジスト被膜の上に照射することを、この技術分野における慣習に従い、光による露光技術に準じて「電子ビーム露光」「露光」等と呼ぶことにする。

【0003】 また、多品種少量生産および短納期生産の場合には、半導体ウェーハ上に形成された電子ビーム感応レジスト被膜に、直接電子ビームを照射してパターンを露光することも行われている。

【0004】

【従来の技術】 電子ビーム露光によってパターンを露光するためのマスクまたはレチクルを製造する工程において、レチクルの透明基板中での前方散乱（電子ビームの進行方向の散乱）や後方散乱（電子ビームの進行方向とは逆方向の散乱）によって電子ビームの「近接効果」と呼ばれる現象が発生することが知られている。

【0005】 すなわち、パターンを電子ビーム露光する場合、パターン密度が高い領域では、隣接するパターンを透過した散乱電子によって、パターンの外側に電子ビーム感応レジスト被膜を感光させるに足るレベルの電子ビームが照射されるため、パターンが僅かに大きくなり、また、孤立パターンがある領域では、そのパターンを透過した散乱電子の影響を受けるだけで、パターンの外側に電子ビーム感応レジスト被膜を感光させるに足るレベルの電子ビームが生じないため、パターンが大きくなるという現象は生じない。

【0006】 このため、パターンの形状、粗密等の態様によってマスクまたはレジスト等のパターンの出来上がり寸法に差が生じることになるが、このように散乱電子によってパターンの出来上がり寸法に誤差を生じる効果を、電子ビームの「近接効果」と称している。

【0007】 一般に、電子ビーム露光装置においては、直径0.1 μ m程度のビームスポット、最大2 μ m角程度の可変矩形ビーム、予め成形されたこれと同程度の大きさの開口を透過するブロック電子ビーム等を高速動作できる静電偏向によって電子ビーム感応レジスト被膜の上に照射して、100 μ m \times 100 μ mのサブフィールド内のパターンを露光した後、ブランキングした状態で電子ビームを他のサブフィールドの中央部に電磁偏向し、前記と同様に電子ビームを静電偏向によってそのサブフィールド内のパターンを露光することを繰り返して、メインフレーム内のパターンの露光を完了する露光方式が採用されている。

【0008】 このメインフレームの大きさは、直接描画の場合は20mm角程度であり、マスクまたはレチクルの場合はその5倍の100mm角程度である。

【0009】 従来から、前記の近接効果を補正する手法の一つとして露光量補正法と呼ばれているものが知られている。これは、各パターンについて、そのパターンの寸法形状と、そのパターンの近傍のパターンの寸法形状と間隔、あるいは、電子ビームのエネルギー、レジス

トの感度等から、近接効果を逐一演算し、その演算結果に基づいて最適露光量を決定し、電子ビーム露光装置のパターンファイル内のパターンデータ毎に露光量を指定する方法である。

【0010】図3は、従来の電子ビーム露光装置による近接効果補正法の説明図である。この図の31はCPU、32は磁気テープ装置、33は磁気ディスク装置、34はコンソール、35はインターフェイス、36は一次記憶装置、37はパターン発生器、38は近接効果補正処理装置、39は大型汎用計算機である。

【0011】この図に概略的に示された従来の電子ビーム露光装置による近接効果補正法においては、コンソール34から入力される指示によって、CPU31が、磁気テープ装置32中に蓄積されているデータの中から、露光しようとするパターンの露光データと近接効果補正データを呼出して、より高速動作が可能な磁気ディスク装置33に蓄積する。

【0012】さらに、コンソール34から入力される指示によって、露光データと近接効果補正データを、インターフェイス35から、高速でランダムアクセスできる半導体記憶装置である一次記憶装置36に記憶させる。この露光データには、図形コード、XY位置情報、パターンの幅W、高さH等が含まれている。

【0013】この露光データはパターン発生器37によってパターン露光データに変換され、さらに、近接効果補正処理装置38によって1パターン毎に近接効果を補正するための露光量が決定され、このパターン露光データと補正された露光量に従って電子ビーム感応レジスト被膜を露光する。

【0014】この場合、設計データから露光データに変換する露光データ変換処理と、近接効果補正処理装置38において補正するための近接効果補正データは、別途、大型汎用計算機39によって処理される。

【0015】この方法によると、設計データから露光データへの露光データ変換処理を行った後に、パターン毎に近接効果補正処理を行って各パターンを最適露光量で露光するため、理論上は近接効果を効果的に補正することができる。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この従来の近接効果補正処理によると、例えば、電子ビームを20kVの加速電圧でレジストを形成したウェーハに入射したときに半径4 μ mの範囲に電子ビームの近接効果の影響があるとした場合、あるパターンを中心として半径4 μ mの範囲を0.1 μ mで格子状に分割し、その範囲に存在する他の0.1 μ m \times 0.1 μ m単位のパターンから発生する後方散乱および前方散乱による電子の影響を演算し、続いて他のパターンについて同様の計算を行う必要があるため、演算に長時間を要するという問題がある。

【0017】この近接効果補正データの演算を、CPUを独占して行う場合でも、通常の露光データ変換処理の7倍程度の時間を要し、タイムシェアリングによる場合は、高速電算機を使用しても日単位の時間を要し、パターン密度が高くなると、さらに長時間を要するという欠点がある。

【0018】本発明は、半導体装置の製造工程における電子ビーム露光で生じる近接効果を比較的短時間のデータ処理によって補正することができる手段を提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明にかかる電子ビーム露光法においては、パターン間の近接効果によって主露光時に生じた電子ビームの露光量の不平衡を、複数個のパターンを含む領域毎に一定のドーズ量で補助露光することによって補正する工程を採用した。

【0020】この場合、主露光時の複数個のパターンを含む領域毎に全露光面積を演算し、その演算結果に応じたドーズ量で補助露光することができる。

【0021】また、この場合、主露光時に複数のパターンを含む領域毎に全露光面積とパターンの個数を演算し、その演算結果に応じたドーズ量で補助露光することができる。

【0022】また本発明にかかる電子ビーム露光装置においては、主露光時に複数個のパターンを含む領域毎に全露光面積を演算する手段と、その演算結果に応じて補助露光のドーズ量を演算する手段と、その演算結果に応じてこの複数個のパターンを含む領域を一定のドーズ量で補助露光する手段を有する構成を採用した。

【0023】また、本発明にかかる他の電子ビーム露光装置においては、主露光時に複数個のパターンを含む領域毎に全露光面積とパターンの個数を演算する手段と、その演算結果に応じて補助露光のドーズ量を演算する手段と、その演算結果に応じてこの複数個のパターンを含む領域を一定のドーズ量で補助露光する手段を有する構成を採用した。

【0024】また、これらの場合、複数個のパターンを含む領域を、静電偏向によって偏向できる範囲のサブフィールドとすることができる。

【0025】

【作用】本発明の電子ビーム露光装置においては、電子ビームの近接効果によって主露光時に生じる電子ビームの露光量の不平衡を、複数個のパターンを含む領域、例えば、静電偏向によって偏向できる範囲のサブフィールド毎に、その領域に含まれる複数のパターンの全露光面積、あるいは全露光面積とパターンの個数を演算し、その演算結果に応じた一定のドーズ量で補助露光することによって補正することを特徴とする。

【0026】この近接効果補正法を用いる電子ビーム露光装置によると、主露光と補助露光を行うため、露光時

間は長くなるが、外部の汎用計算機によって露光データ変換処理のみを行い、長時間を要する近接効果補正処理を行わず、電子ビーム露光装置内で所定範囲内のパターンの面積の和を演算し、あるいは、パターンの数を計数するだけであるため、大幅にスループットを向上することができる。

【0027】ここで、本発明の電子ビーム露光装置で近接効果を補償するための補助露光のドーズ量を決定する原理を説明する。電子ビーム露光装置のパターンファイルには、電子ビーム露光を行うパターンの形状、例えば、長方形、平行四辺形、三角形の形状をパターンコードとして記憶し、また、各パターンの幅Wと高さHを記憶している。したがって、パターンコードと各パターンの幅Wと高さHによって、その面積を計算することができる。例えば、長方形であれば $W \times H$ 、平行四辺形であれば $W \times H$ 、三角形であれば $W \times H \times 1/2$ として、各パターンの面積を計算することができる。

【0028】このように、例えばサブフィールドである複数個のパターンを含む領域内のパターンの面積を積算(ΣS)することができる。また、この演算の過程で、その領域内に存在するパターンの個数を計数することができる。

【0029】補助露光のドーズ量 D_c は、主露光のドーズ量 D_o と、類型化したパターンについて演算あるいは実験することによって求めた全面積(ΣS)、あるいは、全面積(ΣS)とパターンの個数(N)と適正補助露光の関係をを用いて決定することができる。すなわち、 $D_c = f(\Sigma S, N) \times D_o$ 。 D_o : 主露光量

【0030】このドーズ量 D_c によって、例えばサブフィールドである複数個のパターンを含む領域を補助露光し、その領域内の補助露光が終了すると、次の領域の主露光と補助露光を順次行って、全体(メインフィールド)の露光を行う。

【0031】実験例によると、従来長時間を要していた全データ処理に要する時間が $1/5 \sim 1/7$ に短縮され、電子ビーム露光時間は1~2割程度増え、結局、工程全体のスループットが3~4割程度向上することがわかった。

【0032】

【実施例】以下、本発明の実施例を説明する。

(第1実施例) 図1は、第1実施例の電子ビーム露光装置による近接効果補正法の説明図である。この図の1はCPU、2は磁気テープ装置、3は磁気ディスク装置、4はコンソール、5はインターフェイス、6は面積用一次記憶装置、7は個数用一次記憶装置、8はパターン発生器、9は乗算器、10はセレクト、11は可変乗算器、12は積算器、13は演算器、14は大型汎用計算機である。

【0033】この図に示された第1実施例の電子ビーム

露光装置による近接効果補正法においては、コンソール4から入力される指示によって、CPU1が、磁気テープ装置2中に蓄積されているデータの中から、露光しようとするパターンの露光データを呼出して、より高速動作が可能な磁気ディスク装置3に蓄積する。

【0034】次いで、露光データを、インターフェイス5から、高速でランダムアクセスできる半導体記憶装置である面積用一次記憶装置6と個数用一次記憶装置7に記憶させる。この露光データには、図形コード、XY位置情報、パターンの幅W、高さH、個数N等が含まれている。

【0035】この露光データはパターン発生器8によって電子ビーム露光装置によって主露光するためのパターン露光データに変換され一定のドーズ量(D_o 100%)でサブフィールド内のパターンを主露光する。

【0036】このサブフィールド内のパターンを主露光している時間内に、面積用一次記憶装置6内のパターンの幅Wと高さHのデータを乗算器9によって乗算する。そのパターンが長方形または平行四辺形である場合は、図形コードに回答するセレクト10によって可変乗算器11を「 $\times 1$ 」とし、パターンが三角形である場合は、可変乗算器11を「 $\times 1/2$ 」としてパターンの面積を計算する。そして、このように計算したパターンの面積を積算器12によって積算し、その結果を演算器13に入力する。

【0037】図2は、サブフィールド内の露光パターンの説明図である。この図の21はサブフィールド枠、22は長方形の露光パターン、23は三角形の露光パターン、24は平行四辺形の露光パターンである。

【0038】前述の乗算器9、セレクト10、可変乗算器11によって露光パターンの面積を計算する過程を説明する。このサブフィールド枠21の中には、長方形の露光パターン22と、三角形の露光パターン23と、平行四辺形の露光パターン24があるとする。

【0039】まず、長方形の露光パターン22については、その幅 $W=a$ と高さ $H=b$ を乗算器9によって乗算し、長方形であることを示す図形コードに回答するセレクト10によって可変乗算器を「 $\times 1$ 」にして、そのまま積算器12に入力する。

【0040】そして、三角形の露光パターン23については、その幅 $W=c$ と高さ $H=d$ を乗算器9によって乗算し、三角形であることを示す図形コードに回答するセレクト10によって可変乗算器を「 $\times 1/2$ 」にして、 c と d の積を $1/2$ にして積算器12に入力する。

【0041】そして、平行四辺形の露光パターン24については、長方形の場合と同様に、その幅 $W=e$ と高さ $H=f$ を乗算器9によって乗算し、平行四辺形であることを示す図形コードに回答するセレクト10によって可変乗算器を「 $\times 1$ 」にして、そのまま積算器12に入力する。この積算器12において、露光パターンの全面積

が $\Sigma S = a \times b + c \times d \div 2 + e \times f$ として積算される。

【0042】一方、サブフィールド内のパターンの個数 N を個数用一次記憶装置 7 から呼出し、演算器 13 に入力する。

【0043】この演算器 13 においては、例えば、下記の式に従って補助露光のドーズ量 (D_c) が演算される。

$$D_c = (\alpha N + \beta / \Sigma S) \times D_o$$

この α と β は、類型化したパターンを用いて演算し、実験によって補正することによって決定することができる。

【0044】この場合、「 αN 」を付加する理由は、パターンの個数 N が多いということは、コンタクトホールのような小さいパターンが離れて、孤立して存在している場合が多く、主露光における散乱電子による影響が少ないと考えられるから、その分だけ補助露光のドーズ量を上げる必要があることであるが、パターンの態様によっては、この α は負になることもある。

【0045】この演算は、主露光を行っている時間内に行うことができるため、主露光が終わった後、直ちにこのドーズ量でサブフィールド内を補助露光する。このサブフィールド内の補助露光が終了すると、次のサブフィールドの主露光を行い、次いで補助露光を行い、これを繰り返して、メインフィールド全体の露光を終了する。

【0046】この補助露光は、主露光と同じ露光装置内で、演算によって決定した一定のドーズ量で、最大 $2 \mu m$ 角あるいは $4 \mu m$ 角の電子ビームで必要なドーズ量が得られるようにベタ塗りするが、補助露光はさほど高い寸法精度を必要としないから、電子ビーム光学系の最大限度一杯の $20 \mu m$ 角の電子ビームによって塗りつぶすこともできる。

【0047】この実施例の電子ビーム露光装置によって前述した従来の電子ビーム露光装置の近接効果補償法と同等の補償効果を期待することは困難であるが、大型汎用計算機によるデータ処理が、露光データ変換処理だけになり、長時間を要する近接効果補正処理が、従来の電子ビーム露光装置において処理していたデータを用い、短時間で処理できる補助露光のドーズ量の演算処理に代えるため、全露光工程時間を大幅に短縮することができる。

【0048】この実施例において、補助露光のドーズ量を $D_c = (\alpha N + \beta / \Sigma S) \times D_o$ によって演算したが、パターンの態様によっては、 αN を省略して、 $D_c = (\beta / \Sigma S) \times D_o$ としても一応の補助露光の効果を挙げることができ、また、 $N \times \Sigma S$ の項を加えることもできる。

【0049】(第2実施例) 第1実施例の電子ビーム露光方法においては、近接効果を補償する補助露光のドーズ量を実験式によって演算するものとして説明したが、

この実施例の電子ビーム露光方法においては、これに代えて、露光パターンの積算面積、あるいは露光パターンの積算面積と露光パターンの個数と補助露光の適正ドーズ量の対象テーブルを蓄積し、このテーブルにアクセスすることによって補助露光の適正ドーズ量を決定する。

【0050】本発明の電子ビーム露光装置の近接効果補償法は、RAM、ROM等のメモリ装置のように、例えばサブフィールドである複数のパターンを含む領域内のパターンの面積や間隔等の態様が、メモリセル領域や論理回路領域等でほぼ一樣な場合に特に有効であるが、その領域内に極端に異なるパターンを有する場合には、露光パターンとほぼ同様な態様を有するダミーのパターンを形成することによって、近接効果を補償する補助露光のドーズ量を適正化することができる。

【0051】また、前記の各実施例においては、メインフィールドを構成するサブフィールド毎に補助露光するものとして説明したが、露光精度を向上させたい装置の形態によって、パターン精度を許容される範囲内に収める最大面積を有する複数のパターンを含む領域をまとめて同一のドーズ量で補助露光することができる。極端な場合、メモリ装置のメモリセル領域と論理回路領域のそれぞれを全て同一のドーズ量で補助露光することもできる。

【0052】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の電子ビーム露光装置によると、露光用レクチルあるいはウェーハを製造する工程において、電子ビームの近接効果を少ない工数あるいは時間によって補償することが可能になり、高密度集積回路装置の製造技術分野において寄与するところが大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例の電子ビーム露光装置による近接効果補正法の説明図である。

【図2】サブフィールド内の露光パターンの説明図である。

【図3】従来の電子ビーム露光装置による近接効果補正法の説明図である。

【符号の説明】

- 1 CPU
- 2 磁気テープ装置
- 3 磁気ディスク装置
- 4 コンソール
- 5 インターフェイス
- 6 面積用一次記憶装置
- 7 個数用一次記憶装置
- 8 パターン発生器
- 9 乗算器
- 10 セレクタ
- 11 可変乗算器
- 12 積算器

- 1 3 演算器
1 4 大型汎用計算機
2 1 サブフィールド枠

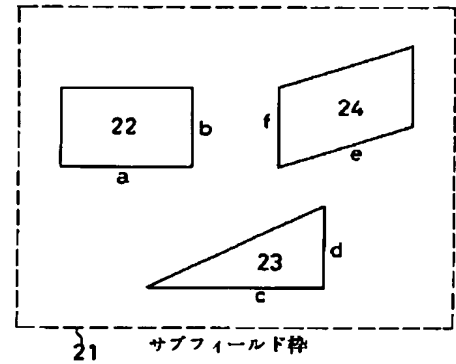
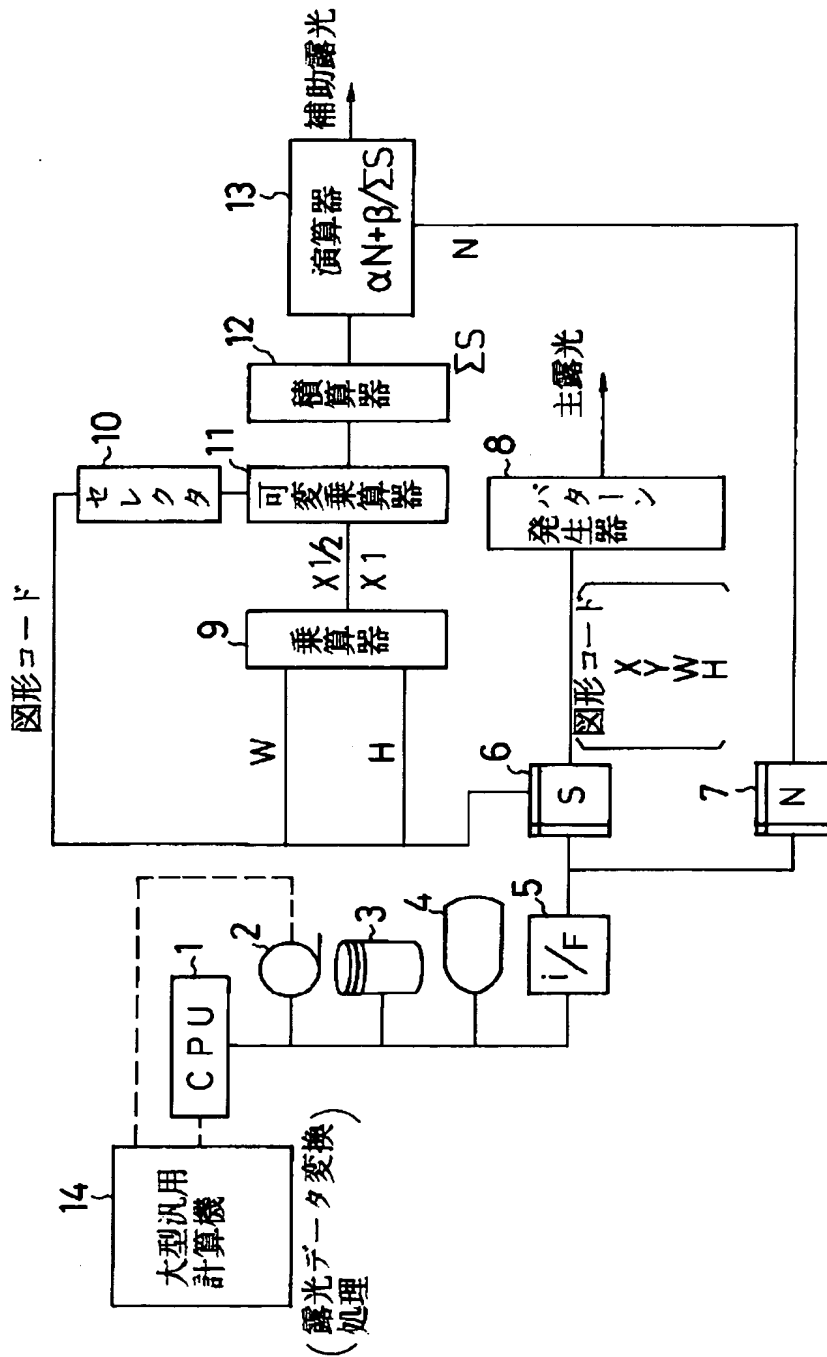
- 2 2 長方形の露光パターン
2 3 三角形の露光パターン
2 4 平行四辺形の露光パターン

【図 1】

【図 2】

第 1 実施例の電子ビーム露光装置による
近接効果補正法の説明図

サブフィールド内の露光パターンの説明図



【図 3】

従来の電子ビーム露光装置による近接効果補正法の説明図

